

Desarrollo de instrumentos de evaluación educativa hacia tecnologías específicas desde la perspectiva Ciencia, Tecnología y Sociedad: El caso de la calidad del software

Área de interés: Educación en Tecnología

José M. Cabo¹, Raúl O. Moralejo²

¹Facultad de Educación y Humanidades. Campus de Melilla. Universidad de Granada – España.

²Universidad de Mendoza – Facultad de Ingeniería – Mendoza – Argentina.

Universidad Tecnológica Nacional (UTN) – Facultad Regional Mendoza - Argentina.

Dirección de contacto: Facultad de Educación y Humanidades. Cta. Alfonso XIII, S/N, 52005 – Melilla – España. Teléfono: (34)952698736. e-mail: jmcabo@ugr.es.

Universidad de Mendoza – Facultad de Ingeniería. Diagonal. Dag Hammarskjöld 750 - (5500) Mendoza. Teléfono: 0261-420-1872; e-mail: raul.moralejo@um.edu.ar, rmoralejo@frm.utn.edu.ar.

Resumen

Como consecuencia de los resultados de investigación realizados en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias, se ha puesto de manifiesto una “crisis en la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología” fundamentada en la identificación de conocimientos, creencias, actitudes y valores en el alumnado y profesorado de Ciencias Experimentales y Tecnología que no se corresponden con las visiones actuales sobre las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad procedentes de los Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología.

Debido a ello, en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias y la Tecnología, entre las alternativas o propuestas encaminadas a la superación de la crisis en la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología, podemos destacar al movimiento educativo CTS, o si se prefiere, a la necesidad de una perspectiva CTS para la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología. En este sentido se presentan distintas visiones sobre tecnología y sobre educación tecnológica, que sirven de marco teórico básico. Hasta el momento, se han diseñado instrumentos de evaluación CTS en el ámbito genérico de Ciencia y Tecnología, entre los que destacamos el VOSTS desarrollado en Canadá y el COCTS, que es una versión española del instrumento canadiense. Sin embargo, no hemos encontrado instrumentos de evaluación sobre tecnologías específicas.

En nuestro caso, se trata de analizar el proceso formativo de los estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN - Facultad

Regional Mendoza, y en concreto, estudiando el caso de los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software en la materia Aseguramiento de la Calidad del Software.

En el caso que nos ocupa, interesa conocer cuales son las visiones que sobre el control de calidad del software tienen el alumnado de 5º curso de Ingeniería en Sistemas de Información, con el fin de orientar una futura intervención didáctica encaminada a la enseñanza de la materia Aseguramiento de la Calidad del software desde una perspectiva CTS. Para ello, se presentarán los datos sobre el proceso de diseño y validación de un instrumento de evaluación sobre modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software, así como algunos de los resultados principales obtenidos con el instrumento encaminado a desarrollar un estudio diagnóstico sobre el alumnado de 5º curso de Ingeniería en Sistemas de Información.

1. Introducción

Desde hace algunas décadas se viene proponiendo una reforma de la enseñanza de las Ciencias basada en los enfoques Ciencia Tecnología Sociedad. A pesar de estas propuestas, los trabajos de investigación vienen identificando dificultades y obstáculos para su implementación. Entre ellas se puede citar el olvido de la tecnología. Por todo ello, la investigación didáctica dirigida a implementar la orientación CTS en el ámbito

de la tecnología supone una innovación necesaria y urgente.

2. Planteamiento del problema

Instrumentos de evaluación sobre Tecnología en General VOSTS – TBA-STS – COCTS

Como es sabido, las concepciones del alumnado, y las del mismo profesorado, cobran un especial valor desde una óptica constructivista del aprendizaje y la enseñanza. Dentro de esta perspectiva, los estudios sobre las creencias y opiniones acerca de la naturaleza de la tecnología y sus relaciones con la ciencia y la sociedad resultan de sumo interés. Los Instrumentos de investigación más conocidos en este campo son el VOSTS (Aikenhead et al., 1987; Aikenhead y Ryan, 1992) y el TBA-STS (Rubba y Harkness, 1993). Estos instrumentos, se han utilizado con estudiantes de los últimos cursos o graduados en secundaria superior (Fleming, 1989; Zoller et al., 1991ab), con estudiantes universitarios de ciencias y con profesores en formación y en activo (Rubba y Harkness, 1993; Zoller et al., 1991ab). Los principales resultados obtenidos en estos trabajos en lo referente a la tecnología son los siguientes (Acevedo 1996, 2000b, 2001b):

- En cuanto a sus repercusiones sociales, se suele identificar la ciencia y la tecnología con una empresa única (tecnociencia). La mayor parte del alumnado y del profesorado parecen tener gran dificultad a la hora de distinguir los papeles que juegan ambas, p.ej., Acevedo 1998, 2001b.
- Muchos consideran que la tecnología está jerárquicamente supeditada a la ciencia y que no es más que la aplicación de ésta.
- En relación con la adopción de decisiones importantes en las implicaciones sociales de la tecnología hay una cierta tendencia a apoyar un modelo tecnocrático basado en la opinión de los expertos. Esta tendencia parece acentuarse para los estudiantes de ciencia.
- Se considera que los gobiernos son quienes están más capacitados, a través de sus agencias especializadas, para coordinar los programas de investigación y desarrollo

(I+D), lo que también supone el apoyo a una política de carácter tecnocrático.

- Se detecta también algún acuerdo con el control social externo de la ciencia y la tecnología, sobre todo en el caso de aquellos estudiantes que han realizado algún curso CTS.

El instrumento de estas características más completo para la investigación de concepciones, creencias y opiniones sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad es posiblemente el inventario Views on Science-Technology-Society (VOSTS), preparado por Aikenhead, Fleming y Ryan, 1987 y modificado posteriormente por Aikenhead y Ryan, 1992. Estos autores explican los pasos que siguieron para su desarrollo y discuten sobre su validez y fiabilidad (Aikenhead y Ryan, 1989). El VOSTS abarca temas correspondientes a las siguientes dimensiones conceptuales: definiciones de ciencia y tecnología, interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad, sociología externa de la ciencia, sociología interna de la ciencia (característica de científicos, construcción social de la tecnología y del conocimiento científico, ciencia y género) y naturaleza del conocimiento científico. Otro cuestionario de opciones múltiples desarrollado empíricamente es el Teacher's Belief about Science-Technology-Society (TBA-STS), de Rubba y Harkness, (1993). Se trata de un instrumento, mucho más breve, que sigue las pautas de construcción del VOSTS, pero elaborado para investigar las creencias del profesorado de ciencias. Partiendo de la taxonomía de actitudes relacionadas con la ciencia y la tecnología propuesta por Vázquez y Manassero, (1995) y tomando como referencia los instrumentos anteriores se ha construido el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), con un centenar de cuestiones adaptadas al contexto cultural español, que está destinado a evaluar las actitudes y creencias CTS; cuestionario disponible tanto en versión castellana Vázquez y Manassero, 1997 como

catalana: Manassero y Vázquez, 1998; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001.

Críticas a la medición de actitudes generales hacia la tecnología

Los estudios sobre percepción social (actitudes y opiniones) hacia la Ciencia y la Tecnología han recibido, según (Luján 2003), cinco críticas: 1) Aspectos técnicos relacionados con cuestionarios y escalas utilizados, 2) Concepto de Ciencia y Tecnología: Los cuestionarios sobre percepción se refieren a una Ciencia y Tecnología descontextualizada, 3) Concepto de cultura científica utilizado en los cuestionarios: No es un concepto consensuado, 4) Modelo de déficit: Se critica su hipótesis explicativa principal, que la percepción depende sólo del conocimiento o grado de información, 5) Concepto de percepción general de la Ciencia y Tecnología: Se cuestiona la validez y utilidad de las percepciones generales sobre Ciencia y Tecnología. En (Aibar 2002) se señala el interés del público hacia aplicaciones tecnológicas específicas y añade “desde el punto de vista del análisis de la cultura tecnológica, queda claro que la comprensión de la dinámica de las controversias científico-tecnológica públicas, requiere no sólo el estudio del papel que de ellas desempeñan la experticia científica, sino la observación, también, de la forma en que el público recibe dicha experticia y la manera en que la valora y juzga” Es decir, las percepciones hacia aplicaciones tecnológicas concretas pueden ser una manera de comprobar la existencia de factores culturales incidiendo en la percepción. Esos factores culturales forman parte de los contextos concretos en donde se desarrolla y aplica la Ciencia y Tecnología e incluyen no solo el contexto institucional sino también los valores y actitudes compartidas por cada cultura. Desde esta perspectiva, el COCTS sería un instrumento genérico, la evaluación de actitudes hacia cuestiones genéricas de Tecnología no sería un buen referente para predecir las actitudes hacia cuestiones tecnológicas específicas, que sí pueden ser contextualizadas. Otra de las críticas que se puede hacer al COCTS, sería sobre el qué

evalúa. En Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001, al referirse a los resultados obtenidos con estudiantes y profesores, se habla de preconcepciones, actitudes, creencias, opiniones, ideas previas y conceptualizaciones. Sin embargo, el instrumento canadiense original, el VOSTS, según sus autores evalúa “preconcepciones”. Esa amalgama de términos citados para hablar de los mismos resultados del cuestionario resulta controvertida. En (Koballa 1988ab) se intenta delimitar el concepto de actitud de otros conceptos relacionados, como opiniones, valores y creencias en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias, identificando la confusión terminológica como una de las causas de la falta de resultados claros en los trabajos sobre actitudes. Según esta interpretación, el COCTS evalúa las creencias de los sujetos sobre la Ciencia y la Tecnología. Las creencias serían determinantes de las actitudes, pero tan importantes como las creencias serían las evaluaciones sobre las mismas. Es decir, podemos creer que si adoptamos el modelo y/o estándar de evaluación y mejora del proceso de software X se producirán una serie de consecuencias, pero el elemento central de las actitudes es su sentido evaluativo, que en este caso trataría de la valoración sobre las consecuencias de la elección, que no es tomada en cuenta en el COCTS. Es decir, el sujeto al evaluar un modelo y/o estándar tendrá en cuenta sus consecuencias, que se basan en sus creencias, pero realizará un balance de beneficios perjuicios sobre las mismas, pues probablemente perciba más de una consecuencia y por tanto, percibirá ventajas e inconvenientes en cada modelo y/o estándar. Creemos que la Teoría de Acción Razonada y la Teoría de Acción Planificada suponen un marco teórico válido para reinterpretar muchos de los datos confusos sobre relaciones entre conocimientos, actitudes y conductas en el ámbito de la Ciencia y la Tecnología y dirigir nuevas investigaciones.

3. Objetivos

Los objetivos generales de esta comunicación son:

A) El diseño y validación de un instrumento de evaluación sobre una tecnología específica, modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso software.

B) Evaluación diagnóstica de valoraciones del alumnado de 5º curso de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN – Facultad Regional Mendoza en la materia Aseguramiento de la Calidad del Software.

4. Marco teórico

Enfoques sobre la tecnología

Según Quintanilla (Quintanilla 1988), las grandes orientaciones o enfoques en las teorías sobre la técnica y la tecnología, pueden ser agrupadas en tres apartados: la orientación instrumental, la cognitiva, y la sistémica. Coincide con Mitcham (Mitcham 1994), sobre las diferentes formas de manifestación de la tecnología: como conocimiento, como actividad (producción, uso), como objetos (artefactos), y como volición. Ahora bien, la existencia de diversos modelos conceptuales sobre la tecnología implica la existencia de diversos modelos sobre la enseñanza de la tecnología. ¿Desde qué modelo nos situamos a la hora de diseñar la enseñanza aprendizaje de aspectos específicos de la tecnología, como es el de modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software?

Modelo de enseñanza de la tecnología, la práctica tecnológica como sistema

De acuerdo al Modelo conceptual de la práctica tecnológica (Pacey 1983), esta abarca tres dimensiones: técnica, organizativa e ideológica/cultural. La dimensión técnica define lo que habitualmente se entiende, de manera restrictiva, por práctica tecnológica. La inclusión de las otras dos dimensiones permite una generalización de los significados de la tecnología, ampliados ahora con la consideración del ámbito social, que se denomina sociotecnología.

Basándose en este modelo de Pacey, (Gilbert 1992) distingue, según qué aspectos se atiendan preferentemente en los contenidos, tres maneras de enfocar la educación tecnológica: (1) enseñanza para la tecnología, que se centra en los aspectos de la dimensión técnica y suele ser la perspectiva más habitual

pero también la más restringida, (2) enseñanza sobre la tecnología, que está más orientada hacia las cuestiones socio tecnológicas, es decir, a las relacionadas con las dimensiones organizativa e ideológica/cultural y es característica de la educación CTS, sobre todo en muchos cursos que se imparten dentro del ámbito de los estudios sociales y de las humanidades, y (3) enseñanza en la tecnología, que toma en consideración todas las dimensiones del modelo. Gilbert subraya que adoptar este último punto de vista conduce a una enseñanza comprensiva y más holística de la tecnología, y a una educación tecnológica más equilibrada. Recientemente, (Pacey 1999), ha propuesto un cuarto componente de la tecnología, oculto y como en el subsuelo de los otros tres, se trata de la experiencia personal, la que está presente en relación con los sistemas tecnológicos. La experiencia personal, conocimiento que no puede ser medido fácilmente, es posible de abordar a través del tema del conocimiento tácito o conocimiento implícito, por los estudios sobre la educación, y por las interpretaciones de la psicología y el psicoanálisis para rescatar de allí el valor de la experiencia.

Educación Tecnológica desde la perspectiva CTS

Hay que tener en cuenta que los conceptos que se tengan de tecnología y alfabetización tecnológica condicionan las finalidades y objetivos de la enseñanza, orientando de esta manera el propio diseño curricular. La acepción más común, y al mismo tiempo la más restringida conceptualmente, es la que se basa solamente en los aspectos más ligados a la ingeniería, esto es, en las capacidades y destrezas para realizar las tareas productivas y en los artefactos elaborados. Un significado más amplio de la tecnología, que permita situarla en su contexto social, supone tomar en cuenta también las cuestiones socio-tecnológicas, (Acevedo, 1996, 1998; Fleming, 1989; Gilbert, 1992), derivadas de sus dimensiones organizativa y cultural (Pacey 1983). Por otra parte, la acepción que se adopte de la noción de tecnología se relaciona con la manera de entender la denominada

alfabetización tecnológica de los ciudadanos, uno de los objetivos prioritarios de la política educativa en la mayoría de los países industrializados. Partiendo del análisis crítico realizado sobre este tema por Gómez e Ilerbaig, (1990), se puede establecer un continuum que va desde una alfabetización basada sobre todo en el aumento de los conocimientos puramente técnicos hasta otra que contempla los valores constitutivos y contextuales de la técnica (Layton 1998), más centrada en las actitudes y comportamientos de las personas ante los problemas sociales ligados a la tecnología, cuya finalidad es preparar a los ciudadanos para su participación en la toma de decisiones socio-tecnológicas (Goldman 1992). Sin duda, este último punto de vista es el que se encuentra más próximo a las ideas más radicales del movimiento educativo CTS (Waks 1990).

Valores de la tecnología

Los valores en la tecnología han sido quizás algo menos tratados que en la ciencia (véase como notable excepción Pacey, 1983) y, en general, la enseñanza de la tecnología se ha ocupado muy poca de ella. Es bastante probable que los tecnólogos tengan algunos valores propios similares a los de los científicos y otros investigadores. No obstante, cuando nos fijamos en la organización de ambos tipos de comunidades, las diferencias entre los valores constitutivos de la ciencia y la tecnología pueden hacerse más evidentes. Las normas ideales mertonianas de la ciencia académica no son precisamente las mismas que las de las comunidades de tecnólogos (Layton 1988). Además, en la tecnología la separación entre valores constitutivos y contextuales resulta más difícil y menos efectiva aún que en la ciencia, ya que allí es más fácil asumir la implicación de los valores contextuales por ser éstos también intrínsecos, de manera natural, a la propia empresa tecnológica. Resulta claro que la práctica tecnológica tiene profundamente incorporada valores. Como se acaba de indicar, en la actividad tecnológica aparecen mezclados valores constitutivos de la tecnología – tales como racionalidad técnica, virtuosismo

tecnológico, eficiencia, estética, economía, etc. -, con valores contextuales – como, por ejemplo, razones de beneficio económico, bienestar social, prestigio nacional o industrial, poder político, militar o empresarial, la influencia del género, etc.-, valores que subyacen en la elección de los problemas a resolver con la tecnología, en el propio diseño tecnológico y en los criterios que se utilizan para evaluar los resultados de la opción elegida. Por tanto, ambos tipos de valores están presentes en las innovaciones tecnológicas, suelen transmitirse cuando se transfiere una tecnología – pudiendo en tal caso entrar en conflicto con otros valores contextuales de la sociedad receptora - y, por último, se muestran en desacuerdo con los valores sociales dominantes cuando una determinada tecnología queda desfasada o se abandona.

Evaluación participativa de las tecnologías

La inoperancia del modelo de evaluación tradicional, junto con la presión social cada vez más intensa, que pide una mayor implicación de los ciudadanos en las decisiones tecnológicas, ha impulsado nuevos modelos constructivistas, como una vía más adecuada para evaluar y gestionar los riesgos e intentar gobernar el cambio tecnológico. Se habla de un nuevo paradigma, denominado Evaluación Constructiva de Tecnologías (ECT). En dicho enfoque se destierra definitivamente la pretensión de una evaluación objetiva y neutral ligada a la opinión exclusiva de expertos, dando más importancia a las opciones sociales y culturales asociadas a ciertas tecnologías y a la socialización de la toma de decisiones. Las actividades de diseño tecnológico deben incluir, desde el principio, el análisis de impactos sociales y ambientales. Pero puesto que es imposible predecir totalmente impactos futuros, y el cambio tecnológico está conducido parcialmente por la experiencia histórica de los actores conforme aquel se va desplegando, se concluye que uno de los objetivos principales de la ECT debe ser la necesidad de experimentación y aprendizaje

social como parte integral de la gestión de la tecnología. Wynne (Wynne 1995) ha sido uno de los autores más activos en el nuevo paradigma evaluativo, habiendo abordado el estudio de riesgos en un contexto de aprendizaje social. Su enfoque es reflexivo: presta atención a lo que la tecnología refleja y reproduce por medio de valores, formas culturales y relaciones sociales previas. Frente a la opinión tecnocrática de que la percepción pública de los riesgos es a menudo irracional, Wynne mantiene que tal percepción recoge símbolos, valores y conocimientos esenciales para contextualizar las tecnologías e integrarlas socialmente, la reflexividad del aprendizaje social implicaría la exposición, investigación y debate sistemático de los modelos sociales implícitos y de los supuestos que estructuran los análisis “factuales” de la tecnología. De esta manera, se traerían a la plaza pública (para su escrutinio) compromisos implícitos que incluyen desde hipótesis virtuales sobre cómo organizar la sociedad hasta prescripciones sociales duras para que la sociedad se acomode a la tecnología. Esto significa también que los “expertos” deben ser espoleados por la crítica y la controversia social, para mirar no sólo al panorama sociopolítico en el que implantar las tecnologías, sino al interior de sus propios marcos previos y a sus modelos sociales conformadores. Este estímulo constructivo requiere un marco institucional que reconozca la necesidad de un tratamiento sistemático y explícito de estas cuestiones. Esto conduce a admitir que, necesariamente, la evaluación de la tecnología ha de politizarse para ser operativa, y plantea la espinosa cuestión de si las democracias representativas existentes están preparadas para dar cabida a algún tipo efectivo de gestión participativa de la tecnología. La estructuración cognitiva e institucional hacen que el cambio tecnológico sea complicado, pero no imposible. Requiere que se facilite toda la información a todos los participantes y si queremos que sean operativos, seguramente habrá que crear imaginativas instituciones no controladas por ningún grupo de poder o de presión, que

tengan influencia real a la hora de configurar el control político sobre la tecnología. Una de las inercias mayores que se tendría que resolver es la del modelo económico imperante (asociado al imperativo de proliferación de control tecnológico en todos los ámbitos de la vida humana, y a la idea de “progreso”). Desde el análisis económico, ya no cabe mantener que la tecnología sea un factor exógeno del crecimiento económico, ni que los indicadores económicos al uso midan correctamente muchos de sus costes sociales y ambientales. La tecnología es de hecho, un factor endógeno, que se adapta y se selecciona por los requerimientos y necesidades de la sociedad. La viabilidad de una tecnología no sólo depende de factores económicos, sino también de los sociales, éticos y políticos. La noción tradicional de mercado pierde así su significado, y la intervención del Estado ya no se puede predicar solamente bajo los supuestos de fallos del mercado. Las nuevas “reglas de juego” deben garantizar que los efectos adversos de las tecnologías sean menos dañinos que si se dejara libre competencia para todos. Dichas reglas deberían establecerse antes de que los intereses invertidos adquieran privilegios (y las tecnologías en cuestión se atrincheren socialmente) y de modo que la lucha competitiva no amenace con su aplicación compulsiva e indiscriminada. De ahí, de nuevo, la necesidad de un aprendizaje social que garantice una retroalimentación continua que haga que la evolución del sistema tecnológico y económico se adapte a las necesidades sociales y no amenace la viabilidad ecológica.

5. Metodología. Diseño de instrumentos sobre tecnologías específicas: Cuestionario de Valoraciones hacia Modelos de Calidad de Software

Características de la muestra

El cuestionario se pasó a 36 estudiantes de 5º curso en la materia Aseguramiento de la calidad de software en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza al final del cursado, luego de haberse explicado los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software.

Las edades de los estudiantes estaban comprendidas entre 22 y 30 años, siendo el promedio de edad de 25 años. El 58% eran hombres y el 42% mujeres. El 86% de la muestra presentaba experiencia laboral.

Se seleccionó para el cuestionario un doble formato complementario, cuantitativo y cualitativo. Por un lado se enunciaron preguntas de respuesta múltiple tipo Likert, en una escala de cinco valores (Muy de acuerdo, De acuerdo, Ni acuerdo ni desacuerdo, En desacuerdo y Muy en desacuerdo). La elección de una de las opciones en cada modelo o estándar se acompañó de una pregunta abierta en la que se debía justificar y argumentar la elección realizada.

El diseño del instrumento se desarrolló siguiendo las siguientes fases:

1. Análisis de información cualitativa previa de los estudiantes: Se utilizaron los datos obtenidos en la evaluación previa realizada en la materia Aseguramiento de la calidad del software durante los cursos 2003, 2004 y 2005 en los que se preguntaba por el grado de conocimiento e interés hacia los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software, además se realizaron trabajos en equipo durante el desarrollo de la materia en el curso 2005, a partir de estos datos se diseñó el instrumento específico. El alumnado considera que los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software deberían tener los siguientes aspectos: Arquitectura y/o Estructura, Método de evaluación, Proceso de mejora, y Herramientas. El objetivo de este cuestionario fue obtener una valoración global y de cada uno de los aspectos, por parte del alumnado relacionado con la temática de la Evaluación y Mejora de la Tecnología, en este caso específico de los siguientes Modelos y Estándares de Evaluación y Mejora del Proceso de Software: BOOTSTRAP (Software Engineering Body of Knowledge, www.bootstrap.org), ISO/IEC 15504 (Organización Internacional de Normalización www.iso.org) / Comisión Electrónica Internacional, www.iec.ch), CMMI (Capability Maturity Model Integration del SEI - Instituto de Ingeniería de Software,

www.sei.cmu.edu), ISO 9001:2000 (Organización Internacional de Normalización, www.iso.org), y MoProSoft (Modelo de Procesos para la Industria de Software – México, www.software.net.mx).

2. Revisión y corrección del cuestionario mediante expertos en Didáctica de las Ciencias y las Tecnologías.

3. Pase piloto del instrumento: aplicación del instrumento a los 36 (treinta y seis) alumnos: Se entregó el formulario en forma individual y se explicó en forma grupal el objetivo y la forma de completar el formulario. Mientras se producía el llenado los alumnos podían consultar en caso de tener inconvenientes o dudas en las preguntas. Cuando los alumnos entregaban el formulario, se revisaba que el mismo estuviera completo y en caso de existir problemas se completaba. Además se realizaba una lectura para corroborar que no hubiera dudas y/o problemas en las respuestas.

4. Carga de datos, depuración de posibles errores y tratamiento de los datos, utilizando el programa SPSS (Statistical Product and Service Solutions): se realizó un análisis factorial de los datos, los cinco primeros factores, que acumulan el 60.5% de la varianza acumulada, confirmaron la estructura del cuestionario según los siguientes factores: Valoración de las Herramientas, del Proceso de Mejora, del Método de evaluación, de la Arquitectura, y Valoración Global del modelo y/o estándar. Igualmente se obtuvo para la confiabilidad un coeficiente alfa de Cronbach de 0.65.

5. Análisis cualitativo de la argumentación / justificación de la respuesta de cada uno de los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software por parte del alumnado.

6. Resultados del cuestionario

Preguntas de elección múltiple

Si tenemos en cuenta las opciones muy de acuerdo y de acuerdo los modelos/estándares elegidos en orden de importancia son:

Valoración Arquitectura: BOOTSTRAP 89%, CMMI 78%, ISO/IEC 15504 69%, MoProsoft 69%, e ISO 9001 39%. Valoración Método de Evaluación: CMMI 86%, MoProsoft 84%, y

BOOTSTRAP 81%. Valoración Proceso de Mejora: BOOTSTRAP 88%, CMMI 75%, y MoProsoft 69%. Valoración Herramientas: CMMI 58%, BOOTSTRAP 56% e ISO/IEC 15504 44%. Valoración Global: CMMI y BOOTSTRAP 89%, MoProsoft 78%, ISO/IEC 15504 64%, e ISO 9001 33%.

Justificación/argumentación cualitativa

Las principales ventajas e inconvenientes de cada modelo de calidad fueron las siguientes:

BOOTSTRAP

Desventajas: faltaría un poco más de atención en lo que se refiere a la satisfacción del cliente. No hay herramientas de terceras partes accesibles para los usuarios.

Ventajas: modelo robusto. Completo y abarcativo en lo concerniente a la estructura. Arquitectura, la descomposición en procesos detallados ofrece un buen marco para la evaluación de procesos. El proceso de mejora está muy claro a la hora de aplicarlo. Usa una base de datos global que es beneficioso para la comunicación.

ISO/IEC 15504

Desventajas: para poder aplicarse en una empresa se requeriría de una inversión grande para capacitar al equipo evaluador y/o contratar gente especializada en el estándar. Muy estructurado, rígido y poco claro, muy costoso de implementar. Tampoco contiene una herramienta clave que lo respalde.

Muy complejas las evaluaciones, lo que implica un costo mayor.

Ventajas: es un método que se adapta a cualquier tipo de empresa grande, pequeña, mediana. El proceso de mejora es un punto fuerte.

CMMI

Desventajas: costo alto, al ser un modelo internacional no pueda ser aplicado de una forma sencilla en las empresas como las de Mendoza. Proceso de valoración pesado y lento. Costo alto para la preparación y el soporte. Las herramientas son demasiado comerciales, el costo de las mismas es muy elevado. Engorroso o de excesivo papeleo. Posee herramientas licenciadas como también lo es la valoración del modelo que es muy cara.

Ventajas: método evolucionado y flexible. Compatible con la norma ISO/IEC 15504. Muy estudiado y fundamentado. Posee una clara estructura. Modelo muy difundido.

ISO 9001: 2000

Desventajas: esta muy ligado con el cliente y tal vez este no sea una buena medida de calidad ya que a veces puede ser subjetiva. Es un método que si bien dice lo que se debe hacer sobre cada caso puntual que se evalúa, no detalla como realizarlo. Conjunto cerrado y demasiado complejo. Está muy enfocado en el punto de vista económico y poco enfocado en obtener calidad. Estoy de acuerdo en general pero no en la forma de realizar la evaluación ya que depende de la satisfacción del cliente y esto no es muy bueno ya que nadie esta conforme con lo mismo. No me parece muy orientado al Software.

Ventajas: sencillo, que lo puede aplicar cualquier organización. Las herramientas son muy fáciles de manejar y comprender. Es una buena estructura. Su certificación implica la satisfacción del cliente. Es fácil de aplicar y no muy costoso. Podría ser usado como punta pie inicial

MoProSoft

Desventajas: este modelo se equivocó al obligar a utilizar tecnología Microsoft, si hubiesen utilizado tecnología open source estaría muy de acuerdo con este modelo. No comparto la alianza realizada con Microsoft en torno a la disponibilidad de herramientas de acceso a los usuarios. La desventaja principal fue que surge como un modelo abierto y flexible pero asocia sus herramientas a Microsoft, lo cual ya lo vuelve licenciado en ese sentido, por lo que eso llevará a que muchos no lo implementen.

Ventajas: muy completo e interesante con su método de evaluación y proceso de mejora, la arquitectura abarca los temas necesarios para hacer un buen desarrollo de software. El usuario puede aplicar el modelo con un costo bajo, con gran flexibilidad y fácil entendimiento. Modelo aplicable y fácil. Interesante la idea de donde surgió el proyecto ya que se basa en las ventajas de otros y trata de mejorar o disminuir las desventajas que

tienen algunos modelos. Es muy buena la idea del principio, basarse en software libre y que el modelo fuera abierto para poder mejorarlo. Me parece bien el hecho de cómo nació buscando el consenso de todos. Es interesante su estructura y la manera en que fue desarrollado, permitiendo a las Pymes poder certificar la calidad de sus procesos. Una gran propuesta latinoamericana. Un muy buen desafío por parte de Latinoamericanos que intentan armar un modelo propio para su nación, adaptado a sus necesidades y para independizarse de modelos norteamericanos y europeos. Uno de los modelos más innovadores y que mejor se puede aplicar a las empresas especialmente de software. Aspecto positivo, el hecho de que sea latinoamericano, puede llegar a tener en cuenta aspectos del comportamiento que otros modelos europeos pueden no llegar a tener. Es una buena alternativa para organizaciones pequeñas.

7. Discusión y Conclusiones

La mayoría del alumnado no conocía los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software al inicio del dictado de la materia, aproximadamente entre un 90% y 95%. Los pocos alumnos (menos del 10%) que los conocían, nombraban solo alguno de ellos, por ejemplo ISO en forma general, pero no conocían para qué sirve, cuál es su objetivo, estructura y alcances, para qué se usa y cómo se utiliza en las organizaciones y/o empresas. El cuestionario se pasó al final del dictado de la materia. Teniendo en cuenta la elección de la opción Muy De Acuerdo y De Acuerdo del alumnado, los modelos y estándares elegidos por orden con mayores porcentajes son: BOOTSTRAP, CMMI, MoProsoft, ISO/IEC 15504, e ISO 9001. La mayoría del alumnado considera que los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software solo deben tener en cuenta los componentes técnicos, y que los expertos son quienes deben definir como es el modelo y/o estándar. También consideran que la incorporación de las opiniones de los clientes y usuarios de la tecnología no es aconsejable y lleva a tener problemas en las empresas desarrolladoras de software. Una parte muy pequeña del

alumnado, enunciaron otros componentes relacionados con aspectos culturales (valores y códigos éticos), las personas, las organizaciones, motivaciones, etc. La mayoría del alumnado considera que los modelos y estándares estudiados son muy difíciles de aplicar en pequeñas organizaciones, salvo el modelo MoProsoft que se diseñó en México, el cual solo puede aplicarse en este País, el resto de los modelos y estándares estudiados, debido a la parte económica y los aspectos técnicos se hace bastante imposible su aplicación a pequeñas organizaciones y/o empresas desarrolladoras de software.

Implicaciones para el diseño y evaluación de intervenciones didácticas en la materia “Aseguramiento de calidad del software”

De esta manera se justifica la necesidad de una intervención educativa con una orientación CTS, basándose en los datos obtenidos en el diagnóstico, que prueban que el alumnado tiene creencias y opiniones tradicionales sobre la tecnología en general, y que de forma coherente se refleja en la opinión de la valoración de los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software, pues la mayoría apunta hacia cuestiones exclusivamente técnicas y económicas. Desde la perspectiva de la educación CTS, será necesario planificar y desarrollar una enseñanza de la tecnología más acorde con los objetivos del movimiento CTS, capaz de favorecer en los estudiantes mejores actitudes respecto a los valores de la tecnología, influencia de la sociedad en la tecnología, relación entre tecnología y sociedad, influencia de la tecnología en la sociedad, y construcción social de la tecnología.

8. Bibliografía

- ACEVEDO, J.A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. Enseñanza de las Ciencias, 14 (1), 35-44.
- ACEVEDO, J.A. (1998). Tres criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología. En E. Banet y A. de Pro (Eds.): Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias. Vol. I. DM Murcia, 7-16.
- ACEVEDO, J.A. (2000). Evaluación de creencias sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad en Educación. Conferencia impartida en las I Jornadas Universitarias de Nerva: Ciencia, Tecnología y Humanismo en la Sociedad Actual. Concejalía de Educación del

Excelentísimo Ayuntamiento de Nerva y Universidad de Huelva.

ACEVEDO, J.A. (2001). ¿Publicar o patentar? Hacia una ciencia cada vez más ligada a la tecnología. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo4.htm>.

Versión corregida y aumentada de la publicada en *Revista Española de Física*, 11(2), 8-11, 1997.

AIBAR, E. (2002): "El conocimiento científico en las controversias públicas". EN AIBAR y QUINTANILLA: Cultura tecnológica. Estudios de ciencia, Tecnología y Sociedad. ICE/Horsori, Barcelona, pp. 105-125.

AIKENHEAD, G.S., FLEMING, R.W. y RYAN, A.G. (1987). High-school graduates' beliefs about science-technology-society. I. Methods and issues in monitoring student views. *Science Education*, 71 (2), 145-161.

AIKENHEAD, G.S. y RYAN, A.G. (1989). The development of a multiple choice instrument for monitoring views on Science-Technology-Society topics. Final Report of SSHRCC Grant. Saskatoon (Canadá): Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan.

AIKENHEAD, G.S. y RYAN, A.G. (1992). The development of a new instrument: 'Views on Science-Technology-Society' (VOSTS). *Science Education*, 76 (5), 477-491.

BOOTSTRAP, (Software Engineering Body of Knowledge - Europa). (www.bootstrap.org).

FLEMING, R. W (1989). Literacy for a technological age. *Science Education*, 73 (4), 391-404.

GILBERT, J.K. (1992). The interface between science education and technology education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 563-578.

GOLDMAN, S.L. (1992): "Ninguna innovación sin representación: La actividad tecnológica en una sociedad democrática". En J. Sanmartín, SH. Cutcliffe, S.L. Goldman, M. Medina (eds.): Estudios sobre ciencia y tecnología, pp. 269-286. Barcelona: Anthropos.

GOMEZ, J. E ILERBAIG, J. (1990). Ciencia, Tecnología y Sociedad. Alternativas educativas para un mundo en crisis. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.). Ciencia, Tecnología y Sociedad, pp. 130-152. Barcelona: Anthropos.

IEC (Comisión Electrónica Internacional). (www.iec.ch).

ISO (Organización Internacional de Normalización). (www.iso.org).

KOBALLA, T.R. (1988a). Attitude and related concepts in science education *Science Education* 72 (2) pp. 115-126

KOBALLA, T.R. (1988b). The determinants of female junior high school student's intentions to enroll in elective physical science courses in high school: testing the applicability of the theory of reasoned action. *J. of research in Science Teaching* 25 (6) pp. 479-492.

LAYTON, D. (1988). Revaluing the T in STS. *International Journal of Science Education*, 10 (4), 367-378.

LUJÁN, J.L. (2003): "Sobre las imágenes sociales de la Ciencia: Ciencia en general frente a aplicaciones concretas". Salamanca, Primer Taller de Indicadores de Percepción Pública, Cultura Científica y Participación Ciudadana.

MANASSERO, M.A. y VÁZQUEZ, A. (1998). Opinions sobre ciencia, tecnología i societat. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació, Cultura i Esports.

MANASSERO, M.A., VAZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A.(2001). Avluació dels temes de ciencia, tecnologia i societat. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.

MITCHAM, C.(1994). Thinking Through Technology, The Path Between Engineering and Philosophy, Chicago: University of Chicago Press.

MoProsoft (Modelo de Procesos para la Industria de Software - México). (www.software.net.mx).

PACEY, A. (1983). The Culture of Technology. Cambridge, MA: MIT Press. Traducción de R. Ríos (1990): La cultura de la Tecnología. México DF: FCE.

PACEY, A. (1999): La cultura de la tecnología. México: Fondo de Cultura Económica.

QUINTANILLA, M. (1988). Tecnología: Un Enfoque Filosófico. En: LOPÉZ CERREZO, et al. (eds.), Técnica y Cultura. Madrid, Fundesco

RUBBA, P.A. y HARKNESS, W.L. (1993). Examination of Preservice and In-Service Secondary Science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions. *Science Education*, 77 (4), 407-431.

SEI (Instituto de Ingeniería de Software). (www.sei.cmu.edu).

VÁZQUEZ, A. Y MANASSERO, M.A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 337-346.

VÁZQUEZ, A. Y MANASSERO, M.A. (1997). Actitudes y valores relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad en alumnado y profesorado. Implicaciones para la educación de las actitudes. Memoria final de investigación. Madrid: MEC-CIDE.

WAKS, L. J. (1990). Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.): Ciencia, Tecnología y Sociedad. Barcelona: Anthropos, 42-75.

WYNNE, B (1995): "Technology Assessment and reflexive social learning": Observations from the risk field. En A. Rip, T.J. Misa, J. Schot (eds.), Managing Technology in Society, pp. 19-36. Londres: Pinter.

ZOLLER, U., DONN, S., WILD, R. Y BECKETT, P. (1991a). Students' versus their teachers' beliefs and positions on science/technology/society-oriented issues. *International Journal of Science Education*, 13(1), 25-36.

ZOLLER, U., DONN, S., WILD, R. Y BECKETT, P. (1991b). Teachers' beliefs and views on selected science-technology-society topics: A probe into STS literacy versus indoctrination. *Science Education*, 75(5), 541-561.